

# 东亚飞蝗(*Locusta migratoria manilensis* Meyen)的生活習性

尤其微 郭 郭 陈永林 张福海 尤端淑

(中国科学院昆虫研究所)

## 緒 言

东亚飞蝗是东亚和东南亚的重要农业害虫之一,据我国文献記載,自公元前707年至1956年的2663年間曾發生过蝗灾在800次以上。防治飞蝗無論采用何种方法,首先要掌握其生活習性,換句話說,就是必須在了解飞蝗的孵化、取食、产卵、迁飞等習性的基础上,方能掌握有利时机,給以有效的消灭。正如十七世紀我国有名的农学家徐光啓在农政全書中所說:“故詳其所自生,与其所自灭,故得殄灭之法矣”。

关于东亚飞蝗的生活習性,前人也有不少的观察記載,如张景欧、尤其伟(1925),楊惟义(1928),陈家祥(1933)等都作了很多貢獻,其中张、尤二氏合著的“飞蝗之研究”是最近三、四十年內有关东亚飞蝗较为完备的著作。此外,日人牧茂市郎(1915)、楚南仁博(1933)和道家信道(1943)在我国台湾、河南等地区也曾进行过調查,并写过調查报告。这些成就都是值得重視的,但当时因受社会条件的限制,無法深入蝗区作长期观察,且有关飞蝗生活習性的資料亦不够系統化,故进一步进行研究是完全必要的。

中国科学院昆虫研究所自1952年至1956年在洪澤湖、微山湖、黄海等蝗区及北京郊区設立野外观察站,进行飞蝗發生規律的研究工作,作者等也参加了此項工作,茲将几年来观察所得的有关东亚飞蝗生活習性方面的資料初步整理出来,供給各地治蝗工作同志們参考。

這項工作系在馬世駿教授指导下进行,并审閱文稿,又蒙林昌善教授指导蝗虫产卵習性的研究。在工作进行中曾得到泗洪、淮陰、济宁、徐州等蝗虫防治站的协助和江苏国营东辛农場的支持,在此均誠懇地表示謝意!

## 材料和方法

試驗观察工作全部系在野外分別在飼养籠及蝗区自然情况下进行。飼养籠內所用的蝗卵、蛹及成虫均采自蝗区,所用飼养籠計有大、中、小三种:大型者为 $600 \times 400 \times 275$ 厘米,中型者为 $70 \times 70 \times 70$ 厘米,小型者为 $42 \times 42 \times 42$ 厘米,中、小型籠为方型,四周及頂部围以鉄絲或銅紗,下部無底,埋入土中。籠內飼养的蝗虫每日更換飼料2—3次,所用飼料为蘆葦(*Phragmites communis* Trin.)、稗草(*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem & Schultze)、荻(*Miscanthus sacchariflorus* Bth. et Hook, f.)、小麦、玉米等。

飞蝗的孵化、蜕皮、羽化、取食、群聚、交尾、产卵等習性，均以籠內观察为主，并結合野外不同环境的定期調查以进行观察。跳躍、扩散、迁移及飞翔等活动，則以野外試驗观察为主。

飞蝗一般的生活習性，每日于早、中、晚观察三次，并于每一齡的中期进行全日的逐时



圖 1 洪澤湖蝗区試驗地的一部分



圖 2 黃海蝗区試驗地的一部分

观察。观察場內有小气候观测設備，在进行生活習性观察时亦結合小气候观测。

跳躍試驗系在平坦無草的地面上进行，以跑表记录時間，用小旗标记跳躍距离与次数。

扩散試驗系在蝗区自然环境中进行，为了便于检查，所試驗的蝗虫均用紅漆塗其前胸背板以作标志，施放前用半随机取样方法查明試驗区內的植物相和植被密度，施放后每日检查 1—2 次，記載扩散方向和距离。

飞翔試驗系将不同羽化期的成虫，在广闊荒地中进行施放，記載当时一次飞翔的距离、方向、高度，以后逐日进行检查时，則記載地点、距离、方向和虫数。

## 飞蝗的生活習性

### (一) 孵化

1. 孵化情况 东亚飞蝗無真正的休眠現象，当蝗卵內胚胎發育完成后，如环境条件适宜，蝗蛹即行孵化。

蝗蛹孵出时，卵壳破裂，其破裂的縫綫并無固定的位置，大致随蝗虫屈曲扭轉力的大小而裂开。蝗卵未孵化时胚胎由薄的胚外膜白膜包裹，足部皆卷曲于腹部，不能自由行动，無法爬至土表。但在蝗蛹头部与胸节之間的頸部有一層薄膜，特称頸膜。孵化时，体内大部分体液皆集中至頸膜附近，将頸膜頂出，构成一泡，借此頸膜泡的收縮作用，将卵壳頂破。此时幼蛹身体能作前后屈曲运动，故幼蛹能不断地伸縮，頸膜泡将阻碍物(土粒)推去而向上运动，幼蛹身体乃逐漸移至土表。

幼蛹出土后，其中胸与前胸間的軟膜向外頂出，将胚外膜沿背中綫向身体前后縱裂，随后幼蛹头部先脱离白膜，然后整个身体蜕去白膜，故在刚孵化蝗蛹的地面上常遺留很多的白膜，即胚外膜(圖版 I, 1)。白膜在胚胎期包裹了整个身体，但触角、口器、足及尾毛等已分离出来，并非包着整个的身体。据 Chauvin (1949) 与 Бей-Биенко (1951) 等人意見，

胚胎期蛻去白膜現象称为中間性蛻皮, 未蛻去白膜前的幼蝻已經是第一齡(普通称之为預若虫——Pronymph)。如果按照这一意見, 我們現時所称的第一齡, 應該是第二齡了。

整个卵塊自开始孵化至全部孵化完畢所需的時間, 据观察 20 塊蝗卵結果, 一般經過 50—60 分鐘, 較长的經過 33 小时, 但如果孵化期間地面遭受降雨等影响, 則同一卵塊的孵化期可相差 3—5 天。

同一卵塊因在土中所处位置不同, 各卵粒的孵化時間亦有先后之別, 上部的卵粒因接近土表(温度較高)發育快, 故先孵化, 下部的卵粒孵化略迟, 孵化的次序是卵塊上端的卵粒最先孵化出土, 然后順次下移。

蝗卵在天气适宜时, 整个白天皆可孵化, 在野外尚未發現夜間有蝗蝻孵化的現象。陰天孵化較少, 雨天很少發現孵化, 但小雨后天轉晴, 孵化比較整齐。在一天之內以 11—13 时孵化最盛(表 1), 此与地温高低有关。

表 1 一天中蝗蝻孵化头数統計表(1956 年, 黃海蝗区)

日 期	时 間	蘆 葦 地	茅 草 地	算 毛 草 地	河 堤	合 計
8 月 14 日	19—7	2	0	0	0	2
	7—9	28	10	0	6	44
	9—11	5	12	33	12	73
	11—13	451	180	91	68	790
	13—15	37	1	20	0	58
	15—17	46	0	4	8	58
	17—19	10	4	2	0	16
8 月 15 日	19—7	0	3	0	0	3
	7—9	0	14	20	5	39
	9—11	44	43	180	63	330
	11—13	93	292	13	1	399
	13—15	3	108	60	2	173
	15—17	0	14	0	1	15
	17—19	2	4	2	0	8
8 月 16 日	19—7	0	1	0	0	1
	7—9	2	2	3	0	7
	9—11	6	0	46	3	55
	11—13	82	35	287	66	470
	13—15	23	33	21	3	80
	15—17	4	6	11	0	21
	17—19	0	2	5	0	7

蝗蝻出土蛻去白膜后, 身体呈淡黄色, 能向四周爬行, 間或跳躍前进, 如跳至杂草附近, 即攀登植物茎叶上停留下来, 其活动范围較小, 限制在孵化場所附近, 因此, 孵化盛期在蝗区中可以發現蝗蝻点片集中的現象。孵化不久的蝗蝻, 身体的色素逐漸增加, 天气晴朗时, 約經過半小时許, 全体即轉变为灰褐色, 少数可变为灰黑色。

**2. 蝗卵孵化与环境的关系** 在同一地区和同一季节中, 因地形、方位、地面植被和土壤理化性的不同, 蝗卵的孵化期和孵化整齐度亦有不同程度的差异。

地形高起的地区如河堤、圩堆、高崗等处, 排水良好, 土温变化幅度大, 蝗卵發育快。

相反的,低湿地区如接近湖水的湖荒地及内涝洼地,蝗卵发育缓慢,故孵化期略迟。特别在湖水直接波及的地区,高地退水期比低地为早,孵化期有随水位下退的早迟而陆续孵化的现象,1953年在微山湖西岸调查时,上年退水区域,蝗蛹孵化期为5月上、中旬,但3月间退水的地区,孵化期延迟为6月上、中旬,二者相差一月之久。

在倾斜的坡面上,因方位不同,孵化期亦有迟早,1954年5月9日在山东鱼台七区湖堤上调查越冬蝗卵孵化结果,以分布在西南西坡上的蝗卵发育最快,当日孵化率达84—86%,但同一湖堤之东北东坡及北坡上的蝗卵则发育缓慢,孵化率仅为11—25%,这和不同坡面所吸收太阳幅射热的多少有密切关系。

地面植被的稀密,使土温发生差异,因而直接影响蝗卵的发育速度,其中夏蝗卵因在土中生活期短(如淮北地区为15—20天)受影响较小。越冬卵在土中的生活期一般达210—240天,蝗卵在不同植被长期影响下,发育速度迟早不一,在稠密植被下,因土面潮湿,平均土温低,土温振幅较小,故蝗卵发育缓慢;相反的,在稀疏植被下,土面较干,平均土温高,土温振幅亦大,因此能促进蝗卵发育。1954年5月8日在山东鱼台七区,调查不同植被下越冬蝗卵发育状况结果,在同一场所,在复盖度达100%的植被下,蝗卵发育缓慢,卵内胚胎的眼点及体节均不明显,相当于30℃恒温下发育第7天早期的状况,而复盖度仅为5%的植被下,其卵壳已呈灰色,眼点、体节及肢节均甚明显,相当于30℃恒温下发育第11天的状况,二者的发育期前后约相差4天(在30℃恒温下)。同年5月间,据洪泽湖泗洪蝗虫防治站在泗洪县雪枫区调查结果,植被稀短地区孵化期为5月12日,植被稠密地区孵化期为5月19日,前后相差7天。

此外,农民对有卵地区的耕垦亦能影响蝗卵的发育,由于翻耕的关系,使蝗卵分散于不同深度的土层中,由此造成孵化不整齐的现象,前后可相差20余天,几年来在野外调查中均发现这种情况。1953年及1954年分别在洪泽湖蝗区与微山湖蝗区中曾作过试验,初步证明,蝗卵被松土复盖后,深度虽达35厘米,仍能照常孵化;但如果复土较坚实时,即使深度为15厘米,亦不能孵化。关于孵化整齐度的问题,尚待今后进一步研究。

## (二)蛻皮与羽化

1. 蛻皮 除上述中间性蛻皮外,东亚飞蝗幼蛹共蛻皮五次,最后一次蛻皮称为羽化,在正常情况下,飞蝗幼蛹的蛻皮次数非常稳定,并未发现有超龄蛻皮现象,同时,雌雄性蛻皮数亦完全相同,并無性别上的差异。

幼蛹将蛻皮时,身体肥厚,体色较黯,腹部节间膜明显,行动迟缓,常静伏植物上不动,并停止取食,一般蛻皮前停食时间为8—16小时,待肠内大部分废物排除后,方开始蛻皮。

蛻皮时蝗蛹将身体倒挂在植物茎叶上,头部向地面下垂,六足的爪部紧紧钩攀在附着物上,腹部不时向下曲动。此时身体内部的体液皆向头和胸部集中,待大部分体液集中后,蝗蛹头部即轻轻向腹面勾起,头部勾动若干次后,在前胸与中胸之间,体液聚集最多,薄膜不断向外突出,旧壳乃沿背中央缝线向前后纵裂,此纵裂线一直延伸至头盖缝上两复眼间。此时头部逐渐离开旧壳而先蛻出,然后三对足与腹部亦顺次蛻离旧壳,旧壳常保留在原来的茎叶上。刚蛻皮的蝗虫即攀爬到茎叶上部,吸入大量空气,头及胸部不断作扩张运动,并渐渐膨大以至饱满,体色亦逐渐加深,恢复成原有的色泽,最后柔软的体壁逐渐硬化。

一、二龄蛹蛻皮时,翅芽仅向侧面后下方伸长,位置无显著的变更,三龄蛹蛻皮为四龄

时,前、后翅芽有向背面翻轉現象;刚蛻完时,身体俯伏植物茎叶上,翅芽平放在身体的两侧,并不下垂,前、后翅芽互相分开,此时胸部作輕微的收縮运动,然后翅芽逐漸向上折轉,經過不断地收縮运动,前翅芽收攏置于內側,后翅芽則向上翻轉放在外側。

一天中以上午蛻皮的虫数最多,陰天蛻皮虫数少,雨天一般不蛻皮。

蝗蝻蛻皮后停食時間一般为 4 小时,最长达 16 小时左右,如下午蛻皮,則在第二日上午方进食。

**2. 羽化** 飞蝗羽化的情况,大致与蛻皮相同,老熟的五齡蝻,翅芽肥厚,从外表即能明显的見到黯色而皺褶的翅。五齡蝻蛻皮后,轉体向上,悬挂于附着物上,肥厚的翅迅速伸长,其长度可达原翅的 5—6 倍,此时翅的質地柔軟,垂挂身体下方。在伸长时,后翅已轉移到前翅之下,待四翅全部放开后,成虫即用后足輕輕拨动后翅,使其逐漸沿褶紋而叠合,前翅則呈屋脊状复盖在后翅上,然后将后足夹紧前翅,使两前翅互相并攏,此时翅与体壁逐漸硬化,身体及前翅上的色素亦漸显著。整个羽化过程約需时 32—45 分鐘。

在一天中以上午 11 时前后羽化虫数最多,上午 5—7 时最少,下午 7—9 时較少,晴天的夜間亦有羽化現象,但羽化百分率甚低(如圖 3 所示)。發育期相同的蝗蝻,雄虫發育速度快,雌虫較为迟緩,故雄虫羽化期常比雌虫早 2—3 天。同一卵塊同一天孵化之蝗蝻,因生活条件的差异,羽化期可相差 4—5 天。根据一天中羽化头数变化,找出夏季羽化最适宜的温度在 25—30°C 之間(圖 3)。

### (三)取食与排泄

**1. 取食植物种类** 飞蝗是食植性的昆虫,属于多食性,在蝗区的自然情況下,它的食料主要是禾本科与莎草科植物,根据我們在淮北蝗区中調查和試驗結果,初步証实飞蝗的主要野生食料植物有以下 25 种(不包括栽培作物):

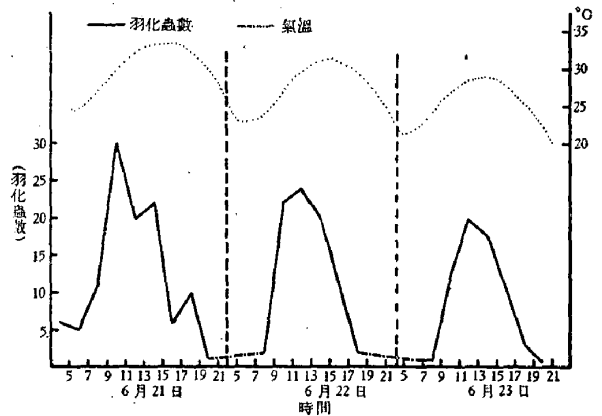


圖 3 一天中飞蝗羽化头数的变化(1954 年,微山湖蝗区)

#### (1) 禾本科 Gramineae

- 蘆葦 *Phragmites communis* Trin.
- 稗草 *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem & Schultze (土名蔞草)
- 白稗 *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link. (土名扁草)
- 野稗 *Echinochloa colona* (L.) Beauv. (土名紅蔞草)
- 雀麦 *Bromus japonicus* Thbg.
- 荻 *Miscanthus sacchariflorus* Bth. et Hook. f. (土名紅草)
- 画眉草 *Eragrostis megastachya* (Koel.) Link.
- 白茅 *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. (土名茅草)
- 茅草 *Miscanthus aff. sinensis* Anders.
- 狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv. (土名野谷子)
- 金狗尾 *Setaria lutescens* (Weigel) Hubb.
- 虎尾草 *Chloris virgata* Swartz.
- 星星草 *Eragrostis pilosa* (L.) Beauv.
- 蟋蟀草 *Eriosema indica* (L.) Beauv.

- 狗牙草 *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (土名爬根草)  
 藎草 *Cleistogenes hackelii* (Honda) Honda  
 荻毛草 *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl. (土名虾鬚草)  
 馬絆秧 *Leersia hexandra* (L.) Swartz. (土名莠草)  
 人伏草 *Leersia japonica* Makino.  
 菰 *Zizania cauduciflora* (Trucz.) H.-M. (土名茭白、苦漿草、高苗)  
 結縷草 *Zoysia matrella* var. *japonica* Steud.

## (2) 莎草科 Cyperaceae

- 水葱 *Eleocharis palustris* Brown (土名烏圓草)  
 三稜草 *Scirpus triquetus* L. (土名蔞草)  
 荊三稜 *Scirpus maritimus* L. var. *affinis* (Roth.) C. B. Clarke (土名豬哼哼)  
 香附 *Cyperus rotundus* L. (土名香附子)

在以上所列各種植物中，飛蝗最喜食藎草、稗草和紅草，其中以藎草在淮北沿湖及滨海荒地中分布最廣。

飛蝗在飢餓時或被迫情況下，能取食大豆、檉麻、白菜及向日葵，棉亦可食少許，但對甘薯、馬鈴薯、麻類及田菁等均不取食。

在洪澤湖、微山湖及黃海蝗區內，同一地區的植物相（包括飛蝗食料植物在內）均有季節性更替的現象，故飛蝗的食料亦隨季節而改變，今以 1954 年在微山湖南岸蝗區中調查

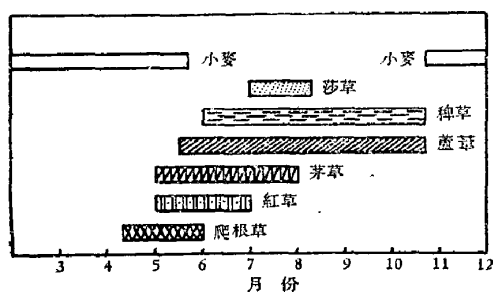


圖 4 一年中飛蝗食料植物的季節變化圖解  
(1954 年，微山湖蝗區)

結果為例，夏蝗初期（5 月間）的主要食料為爬根草與紅草，同時也危害麥類作物；夏蝗後期及秋蝗初期（6—7 月）均以藎草為主要食料，紅草、狗尾草、稗草次之；秋蝗中後期（7—8 月）則以稗草和藎草為主要食料，莎草次之，其餘禾本科雜草如爬根草、狗尾草等因已枯萎，故飛蝗不再取食，至秋蝗末期（10 月份以後），野生食料植物幾乎全部枯萎，飛蝗常於此時遷飛至附近麥田中取食麥苗（圖 4）。

**2. 取食情況** 飛蝗喜取食植物的葉部，除非在飢渴時，才取食莖及根部。飛蝗的口器是典型的下口式，具有堅硬的大顎，大顎已分化成為咬斷食物的齒切和磨碎食物的齒磨兩部分，取食時身體抱持葉身，與葉平行，蟲體左右橫軸與葉緣垂直，然後用口器自前向後逐漸取食葉肉，有時用兩前足將葉片送入口中。

**3. 取食時間及取食與氣候的關係** 初孵化及初蛻皮後的蝗蝻與成蟲均不立即取食，有一段停食時間（約 4 小時左右），在蛻皮前、羽化前及交尾前的一段時間內，即生長盛期取食比較多。

據野外觀察和試驗結果，均證明夏季蝗蟲自早晨日出後半小時許即開始取食，午後 16—17 時是取食的高峰，日落后取食漸少（圖 5），夜晚當蝗蟲密度高時，亦有少數取食現象。

飛蝗取食時刻，並不是固定不變的，而和當天的天氣狀況有密切關係，例如曇天或陰天蝗蝻取食高峰有向後推移的現象，約推遲至下午 19 時許，即日落前半小時，霧天及雨天因空氣中相對濕度過大，蝗蟲取食甚少，甚至不取食。蝗蟲取食活動隨溫度變化而有差異，在 17—36℃ 的溫度範圍內，溫度愈高取食愈盛，當溫度低於 15℃ 或高於 38℃ 時，

蝗虫的取食活动便显著下降, 以至停止取食(圖 5)。

蝗虫在群聚时有輪廻取食的現象, 但似無一定的規律性。成虫在交尾过程中, 雄虫一般不取食, 雌虫則照常取食。大風天气蝗虫隱匿土縫間或背風的植物丛中, 很少取食, 甚至不进食。据野外观察, 正常成虫每天每头平均能取食 1—1.5 克(湿重)。

4. 排泄 經初步观察, 孵化后第二天的一齡蝻, 自第一次取食至第一次排泄, 最短相隔 1 小时 27 分, 最长相隔 2 小时 58 分, 一般为 1 小时 33 分至 2 小时 14 分。但孵化后第三天的一齡蝻, 其取食和消化已达正常, 取食和排泄的时距略短, 最短仅隔 42 分鐘即排粪一次, 一般相隔 1 小时零 4 分至 1 小时 30 分排粪一次。

初孵化的一齡蝻(指通常所称的一齡蝻), 因体内尚存有未被利用完的卵黃物質, 出土后經過利用, 残余物質亦排出体外, 故有时可看到未經取食的一齡蝻亦有少量排泄現象。

正常蝗蝻的排泄物均为固体粪粒, 粪粒呈长圓形, 两端略斜, 粪粒之大小随龄期而增加, 形状因性别而异, 特別表现在成虫方面, 如雄虫的粪粒細小, 雌虫的粪粒較粗大(圖版 I: 3)。粪粒顏色因所食植物种类及蝗虫本身的健康状况而有不同, 取食禾本科食料者, 刚排泄时呈綠色, 干燥后轉为黃綠色; 取食柾麻 *Grotalaria juncea* L. 者所排粪粒多数呈灰色。蝗虫飢餓时所排粪粒有时呈紅色。飞蝗每次只排泄一个粪粒。其排泄量的大小系随食量与性别而异, 但食量大小, 又和温湿度等气候变化密切相关。以数量而言, 飞蝗的排泄量白昼大于夜晚, 雄虫略高于雌虫, 1956 年 7 月上旬在黃海蝗区曾将 100 头成虫分成 10 籠(雌雄各 5 籠)飼养, 每籠 10 头, 喂以新鮮蘆葦, 每隔 3 小时換食料一次, 并統計各籠粪粒数, 观察成虫排泄的日夜差与雌雄差, 所得結果如表 2。

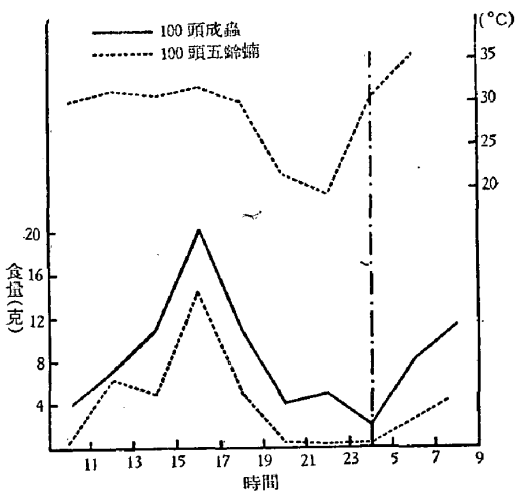


圖 5 一天中飞蝗取食和温度的关系 (1954 年 6 月 29 日, 徽山湖蝗区)

表 2 成虫在一昼夜中的排泄量(粒数)

日 期	項 別		21:31'	0:31'	3:31'	6:31'	9:31'	12:31'	15:31'	18:31'	合 計
			0:30'	3:30'	6:30'	9:30'	12:30'	15:30'	18:30'	21:30'	
7 月 5 日	个 体 (1 头)	♂	22	15	8	51	68	70	56	24	314
7 月 6 日		♀	13	12	4	42	51	70	67	24	283
7 月 7 日	群 体 (10 头)	♂	80	102	95	115	193	242	216	135	1178
7 月 8 日		♀	69	101	79	84	165	178	169	97	942

根据表 2 統計結果, 白天 12 小时內(6:31'—18:30'), 群体成虫排泄量为 1362 粒, 夜間 12 小时內(18:31'—6:30')为 758 粒, 白天排泄量約为夜間的 1.8 倍。个体成虫白天排泄量則为夜間的 3.8 倍。

1956 年 7 月間在北京郊区試驗地中, 亦曾进行过飞蝗排粪观察, 系采用各龄蝗蝻及

成虫各 10 对, 分别放置室外饲养籠中喂以充分食料, 籠底鋪上白紙以接取糞便, 每隔 2 小时取糞便一次, 然后烘干并分別称重, 結果在 24 小时內均以午后 12:31'—17:30' 五小时內排糞最多, 日出前及日落后的一段时间內均甚少, 这与黃海蝗区所得之結果几乎完全一致(表 3, 圖 6)。

表 3 24 小时各齡蝗蝻及成虫排糞量(干重, 克)

时 間		1:30'	3:30'	5:30'	7:30'	9:30'	11:30'	13:30'	15:30'	17:30'	19:30'	21:30'	23:30'
齡 期													
一	齡	0.003	0.002	0.002	0.005	0.009	0.021	0.007	0.005	0.010	0.004	0.003	0.007
二	齡	0.002	0.005	0.001	0.005	0.005	0.013	0.015	0.015	0.005	0.006	0.005	0.005
三	齡	0.028	0.018	0.013	0.039	0.060	0.140	0.235	0.232	0.115	0.086	0.050	0.030
四	齡	0.022	0.01	0.01	0.033	0.050	0.118	0.258	0.165	0.100	0.070	0.020	0.028
五	齡	0.023	0.021	0.024	0.010	0.125	0.290	0.470	0.235	0.205	0.133	0.100	0.032
成	虫	0.009	0.022	0.015	0.097	0.330	0.690	1.560	0.702	0.385	0.192	0.077	0.023

从表 3 及圖 6 中, 也可看出一天中在高温低湿情况下排糞多, 低温高湿排糞少, 这和蝗虫取食情况也是十分吻合的。

如将雌雄分开統計时, 結果糞粒数在性別上的差异并不十分显著, 雄虫略比雌虫多 10—20%, 实际上因雌虫所排之糞粒較粗大, 故在重量上, 雌虫要比雄虫大一倍多(指成虫)。

#### (四) 群聚、跳躍、扩散和飞翔

1. 群聚 蝗虫有群聚習性, 这在我国古書上很早就有記載。群聚現象多發生在晴朗的天气状况下。日出后, 最初少数蝗虫由栖息处轉向日光直射处, 身体保持在受光面积最大的位置, 地表温度升高后, 蝗虫即逐漸集中, 彼此互相靠攏在一处, 形成点片集中状态, 由于蝗蝻繼續集中, 許多小片乃匯合成大片, 并且互相重叠堆积, 后足不断作伸屈运动, 有时因重叠过高, 部分蝗蝻即被挤出蝻群以外, 不久仍然返回

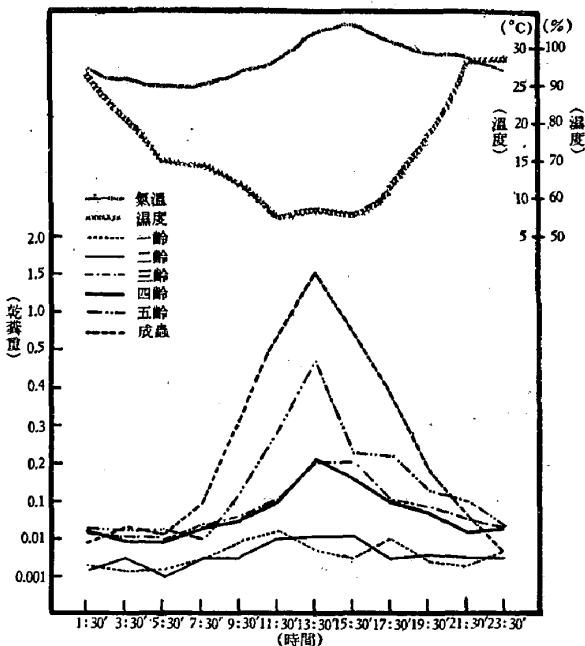


圖 6 24 小时各齡蝗蝻及成虫排糞量  
(1956 年 7 月, 北京)

回蝻群, 如此便构成拥挤和群聚状态。

因齡期的差异, 蝗蝻群聚場所略有不同, 1—2 齡蝻很少在地面活动, 常集中植物上部进行群聚(圖版 II:4), 拥挤状态不如高齡蝗蝻显著。高齡蝻的群聚場所則以光裸地面为主, 有时亦在植株上群聚。

蝗蝻一天中群聚的时间开始于日出后一小时許, 夏蝗約在 7 时以前, 秋蝗則在 8 时許, 停止群聚时间多在日落前半小时, 夏蝗在 18 时左右, 秋蝗在 19 时前。

蝗蝻群聚活动受气候影响很大, 陰天、雨天、大風天(3 級風以上)以及温度过低(地表



温低于 $15^{\circ}\text{C}$ )或过高(地表温高于 $40^{\circ}\text{C}$ )均無群聚現象。在正常天气下, 蝗蝻群聚与温度及日光的关系最为显著, 以地面温度而言, 开始群聚的温度在 $23^{\circ}\text{C}$ 上下, 停止群聚的温度为 $20^{\circ}\text{C}$ , 在 $28-37^{\circ}\text{C}$ 的范围内, 则为蝗蝻群聚最适宜的温度。据1954年在微山湖蝗区逐时观察结果, 蝗蝻的群聚一天中大致有两次高峰, 一次出现在午前11—12时, 另一次出现在午后16—17时(圖7)。

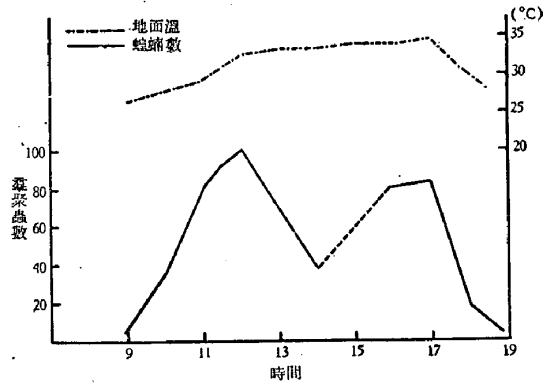
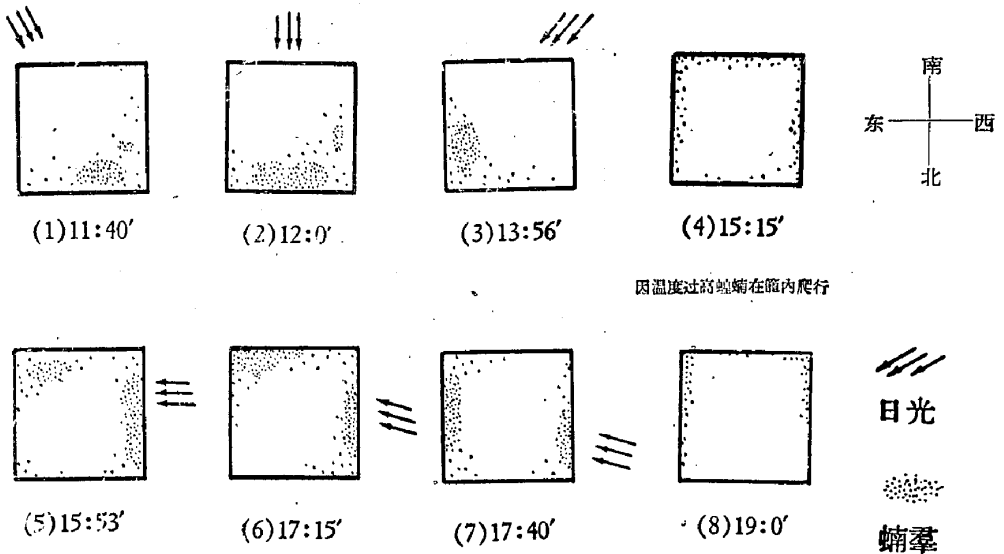


圖7 一天中蝗蝻群聚狀況  
(1954年6月29日, 微山湖蝗区)

蝻群有跟随日光方位移动而轉移群体位置的现象, 换言之, 蝻群始終在日光直接照射处群聚(圖8), 很少群聚于蔭蔽处。



太陽落山后蝗蝻多栖止高处

圖8 一天中蝗蝻在籠內群聚位置随日光轉移的圖式(1954年6月19日, 微山湖蝗区)

群居型蝗蝻在群聚时如受惊动, 即向四旁分散, 但經過数分鐘后, 又可再度集中起来进行群聚。

散栖型蝗蝻在密度稀少时, 多分散生活, 無群聚現象, 但如果散栖型蝗蝻(3—5龄蝻)的密度增加后(42立方厘米的虫籠中置入散栖型蝗蝻50头), 情况即發生改变。最初蝗蝻仍分散生活, 个体間虽經常接触, 但并不群聚, 經過1—2日后, 少数蝗蝻乃互相靠攏一处, 呈点片聚集状态, 一周之内, 群聚虫数即显著增加, 蝻群亦迅速扩大, 此时与群居型蝗蝻之活动遂不再有明显的差异。同时, 蝗蝻經過较长时期的群聚生活后, 在外形上即發生改变, 最明显的是体色逐漸加深, 原为青綠色者可变成黃褐色, 最后轉为紅褐色, 前胸背板兩側、腹部背面中央及兩側的綫条和翅芽基部均变为黑色, 腹部的腹面亦由黃褐色轉变为紅褐色。当然, 不同龄期的散栖型蝗蝻經過群聚后, 体色轉变程度是各不相同的, 龄期小的轉

变速度快,而且虫群的体色较一致,相反,龄期愈高,转变愈慢,虫群的体色是很不一致的。

2. 扩散与集中 刚孵化的蝗蝻活动力薄弱,多集中孵化场所附近的植物上,并不向四周更大范围扩散,二龄以上的蝗蝻,活动力随龄期而加强,在受食料、气候和人类活动的影响下,有自高地(如河堤、圩堆)向平坦荒地扩散或从矮草地分散至高草地的现象。散栖型蝗蝻在一天中活动的时间,多在上午9时后至午后17时前。早晨7时前及晚间18时后,均栖止植物上部,并不扩散;陰雨天、大风天(3级以上)亦無扩散现象。故扩散现象发生的时间,即正是蝗蝻在一天内最活动的时间。

蝗蝻的扩散距离与龄期有密切关系,1954年曾在微山湖西万附近蝗区中,选择面积为一市亩的荒地,四角插以红旗表示范围,試驗地中心亦竖一红旗,作为施放中心,并自野外捕得各龄蝗蝻各100头,在蝗蝻的前胸背板上塗以紅漆作为标志,施放前取样調查該試驗地中的植物相\*,然后分期施放,每天检查一次,将施放后第四天的检查结果列于表4—5。

表4 各龄蝗蝻扩散距离(单位:米)

期 龄	一 龄	二 龄	三 龄	四 龄	五 龄	
扩 散 距 离	最 远	2.8	5.1	17.5	25.5	24.3
	平 均	1.5	2.3	4.3	5.8	8.1

表5 在不同距离内检查到的蝗蝻头数

龄 期	1米以内	1—2米	2—5米	5—10米	10—20米	20米以外
一 龄	30	5	0	0	0	0
二 龄	9	1	5	1	0	0
三 龄	0	0	4	5	2	0
四 龄	0	2	1	3	0	2
五 龄	0	2	3	8	9	1

从表4、5中大致可以看出,龄期小者扩散距离短,龄期愈高,扩散距离愈远,这和蝗蝻的跳躍能力有关,将在以后说明。1—2龄蝻在施放三天后,基本上未扩散;仍在1米范围内活动,其余蝗蝻的活动范围则随龄期而增大。由于該荒地中生长蝗虫的食料植物,故蝗蝻并未作更大范围的扩散。

散栖型蝗蝻由一栖居地向其他地区扩散的原因,系受食料和人类活动所影响。蝗蝻在

\* 蝗蝻扩散距离試驗地中的植物相(单位:厘米):

植 物 种 类	复 盖 度	高 度			附 注
		1	2	3	
矮草地	巴 根 草	33	24	8	蝗 虫 食 料
	稗 草	60	47	31	蝗 虫 食 料
高草地	巴 根 草	59	42	37	蝗 虫 食 料
	稗 草	142	90	35	蝗 虫 食 料
	毛 紅 薔	90	65	—	非 蝗 虫 食 料

食料丰富的地区,可栖留較長時間,但一旦食料大量减少或缺乏时,常被迫向四周扩散,(或者由食料不足的地区向食料丰富地区轉移),例如發生于麦田中的秋蝻,在小麦枯黃期、特別在收麦后,常于此时向附近大面积荒地中扩散。經常在蝗区中工作的同志,对于發生在河堤、圩堆上的蝗蝻,有向附近荒地或庄稼地中扩散的現象,是比較熟悉的,其主要原因也是由于河堤上禾本科食料植物不丰富而引起的。

人在农田及荒地中的种种活动,对蝗蝻的扩散,起了一定的作用,如上所述,麦田中的蝗蝻在收麦后,向周围扩散,除受食料的影响外,同时亦因人为惊扰所致。荒地中的蝗蝻則因农民割草、放牧等农業活动而向附近地区分散。有时因人工捕打或藥剂防治的关系也能造成残余蝗蝻向荒僻处扩散。

但蝗蝻在受外界环境作用后,有时并非向四周扩散,而是向某一中心集中,如1953年前有些蝗区(如江苏淮陰、泗陽等县)在防治蝗虫时,将大部分高草割去,只留下点片未割的草地,蝗蝻因缺乏食料常大量向此处集中,故在治蝗中所提出“割草留点”的办法即根据此習性拟定的。

秋蝗羽化时,在一般非干旱年份,蝗区植被高大而稠密,这种情况已不适合飞蝗活动产卵,故当秋季割草时(附近群众每年于夏、秋二季进入蝗区割草二次),由于割草后地表温度升高,常見蝗虫随着向已割草的地区集中。这种現象在湖区及沿海地区都相当普遍。

3. 跳躍 蝗蝻的跳躍能力(如跳躍距离、速度以及单位時間內的跳躍次数)系随齡期而增加,在性別上并無明显的差异,今将1954年5—6月間在徽山湖蝗区光裸平地上进行跳躍試驗所得結果,列表說明如下(表6)。

表6 各齡蝗蝻的跳躍能力

齡 期	試驗 头 数	每 次 跳 躍 距 离(厘米)			平均跳躍速度 (厘米/秒)	平均跳躍頻度 (次数/分)
		最 长	最 短	平 均		
一 齡	6	24.6	2	10.3	3.03	17
二 齡	9	58.5	3	13.2	5.8	25
三 齡	10	62.5	3.3	17.9	8.7	35
四 齡	11	59.5	3.6	19.6	14.0	41
五 齡	13	79.2	8.0	30.9	23.4	—

4. 飞翔 淮北地区,东亚飞蝗在正常天气下,羽化后經過5—10天性器官即成熟,在天性器官即将成熟时,成虫在晴天的傍晚作試飞(圖版II:5)活动(性飞),即栖止籠內植物上,不断扑动四翅,或者在籠內飞动,这种試飞活动可連續2—3个傍晚,每次活动時間約在1小时左右,长的可达3小时以上。飞蝗在性成熟前的飞翔活动,有促进天性器官成熟的作用,而且早在1953年通过洪澤湖蝗区的試驗工作,業經証明:飞蝗在性成熟阶段中,会造成迁飞現象。

飞蝗的飞翔能力与發育状况有关,羽化后1—2天的成虫,四翅柔軟,不能飞翔,只能作近距离的跳躍,經過3—4天后,前后翅已硬,即能作短距飞翔,一般一次能飞出2—5米远,羽化一周后至性成熟前的成虫,均能作远距飞翔,一般每次能飞出10—25米,远的能飞出60米以上,今将1954年在徽山湖蝗区初步試驗結果列表于表7。

表 7 不同發育阶段飞蝗飞翔能力

性 别	羽 化 天 数	一 次 飞 翔 距 离(米)			飞 翔 速 度 (米/秒)
		最 长	最 短	平 均	
♂	1 天	(不 能 飞 翔 只 能 跳 躍)			—
♂	3—4 天	6.10	4.00	5.05	0.36
♂	3—4 天	3.50	0.90	2.20	0.31
♂	3—4 天	5.40	1.20	3.30	0.71
♂	4 天以上	18.00	2.70	9.03	1.70
♀	7 天	24.20	4.00	10.70	2.10
♀	7 天以上	36.00	1.70	12.70	2.50
♀	14 天	28.20	13.40	22.90	1.86
♀	14 天	61.30	8.90	33.70	1.84
♂	14 天	45.30	18.20	25.10	1.45

从表 7 并可同时看出,飞蝗的飞翔速度,亦与成虫本身發育状况有关,刚羽化 3—4 天的成虫,飞翔速度为 0.31—0.71 米/秒,一周后飞翔速度增加为 1.45—2.5 米/秒。

飞蝗的飞翔速度与温度及性别有关,温度高时,飞翔速度较快,温度低时,飞翔速度缓慢,雌虫的飞翔速度略高于雄虫<sup>[2]</sup>。

有关东亚飞蝗迁飞的问题,过去国内外很少研究,但 Uvarov (1921) 对于亚洲飞蝗 *Locusta migratoria migratoria*, Rao (1942)、Volkonsky (1942)、Rainy (1951) 等对于沙漠蝗 *Schistocerca gregaria* Fork, 及 Waloff (1940)、Rochwood (1925) 对于蝗科在迁飞问题上,都曾进行过研究,提供了上述蝗虫的迁飞时间、方式,迁飞与气候因子的关系以及不同体型蝗虫在迁飞习性上的差异等有关资料,也分析了蝗虫迁飞的原因,这些资料对东亚飞蝗迁飞习性的研究<sup>[2]</sup>,给以很大的帮助。

### (五)交尾和产卵

1. 交尾习性 成虫自羽化至性成熟相隔的时间,大致因季节而异,6 月下旬至 7 月上旬淮北地区的平均气温多在 23—26°C 之间,成虫由羽化至性成熟期为 9—14 天;秋季 8 月上、中旬的平均气温为 27—30°C,成虫發育成熟期乃缩短为 7—12 天。如前所述,成虫在成熟前,有一度试飞活动;这种活动是性成熟的征兆,经过多次观察,每逢飞动后,当日或翌日上午交尾的虫数即有增加的现象。

成虫性成熟后,活动力变强,常飞集一处互相找寻对象进行交尾,故此时在蝗区中会发生成虫点片集中现象,有时可以构成较大的群体并向其他地区迁飞,这在防治工作中是值得注意的。

因性别的差异,雌雄成熟期略有不同,雄虫因羽化期早,故成熟期亦较雌虫早 2—3 天。雄虫成熟后,即找寻雌虫交尾,常借助雌虫擦翅声而辨别(雌虫擦翅声较低,有时嘶哑,雄虫擦翅声清脆),当雄虫误爬上一雄性虫体后,发觉对方为同性时,即离开其背面他去,如为雌性,则爬在雌虫背面,用前足抱住雌虫前胸背板的前部,不时以腹端从雌虫腹部侧面向下弯曲,将交接刺插入雌性生殖器中进行交尾,交尾完成后即离开他去。

如雌虫性器官尚未成熟时,当雄虫爬至其背面后,即用力左右摆动身体,或弹动后足作摆脱状,只有雌虫性成熟后,方抬起腹部,接受雄性生殖器。在交尾过程中,如遇有其他

雄虫爬到正在交尾的雄虫背面时,正在交尾的雄虫常摩擦前翅,甚至用后足将另一雄虫弹开。交尾期間,雌虫照常在地面爬行或跳躍,但行动較平时迟鈍。飢餓时亦取食(圖版II: 6),雄虫則不取食。

交尾有促进雌虫体内蝗卵成熟的作用,未經交尾的雌虫亦能产卵,雌虫經交尾一次后,

可繼續产卵,但在正常情况下,雌虫一生中交尾不止一次,一般为20—25次,最多可达40次以上。每次交尾的持續時間一般为4—5小时,长的可达16—18小时。

当温度过高或过低及大雨天,成虫均不交尾,陰天交尾虫数亦少,晴天飞蝗交尾盛期多在夜間21时后至翌晨3时以前。圖9系于1954年在微山湖蝗区中观察的結果。

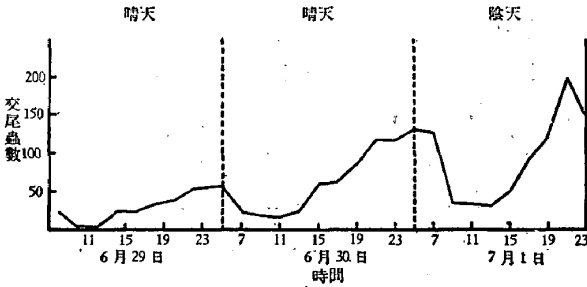


圖9 一天中飞蝗交尾的对数(1954年6月29日—7月1日,微山湖蝗区)

**2. 产卵習性** 雌虫在交尾后經過4—7天,体内卵巢已成熟,腹部明显地膨大,第2—5腹节特别膨大,此时,身体比較笨重,不甚飞动,受惊后,只能作短距飞翔。当体内蝗卵完全成熟时,即选择适宜的場所产卵,先用两对坚硬的生殖瓣(背瓣与腹瓣)在地面上利用张合伸縮的力量将土壤向四旁分开,錐成孔道,并逐渐向下深入,直至整个腹部插入土中为止,由于腹部第5节至第8节的三节节間膜均可延伸(其第6、第7两节各可伸长10厘米以上),延伸后整个腹部的长度約为正常腹部的三倍,故雌虫产卵时,腹部入土較深,卵塊下端距地表的深度經調查最浅为2.4厘米,最深达6.8厘米,一般为4—6厘米。同时鑽孔深度和土壤水份有关,潮湿土壤,入土浅,卵塊多斜躺在表土中,干燥土壤,入土深,卵塊和土面几乎呈垂直。鑽孔完成后,将蝗卵逐粒产出,并同时分泌胶液,然后徐徐收縮腹部,待卵粒全部产出后,再分泌大量胶液,将整个产卵孔完全封閉,最后腹部全部拔出。

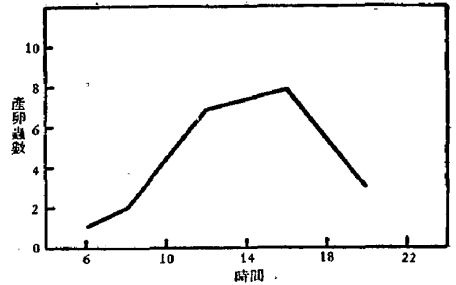


圖10 一天中飞蝗产卵虫数的变化(1954年7月8日,晴天,微山湖蝗区)

故已产卵的雌虫,在数天内两对生殖瓣上尚能見到残留的胶質痕迹。雌虫产卵完畢后,并不立即离开,而用后足在产卵孔附近不时踩踏,拨动孔道附近之土粒,填平孔道,待坚实平复后方离开,因此在野外蝗区中,飞蝗的产卵孔頗不易發覺。其踩踏時間一般为4—5分鐘。雌虫整个产卵过程前后共需1小时至1时30分,如打洞过多,時間更长。

雌虫所錐之孔道恰与腹部等大,产卵后由于受土壤孔道的限制,使卵塊构成圆柱状,但被迫在土外(如蘆葦茎、叶上)产卵时,卵塊并非圆柱状,多呈不規則的塊状。

一天中成虫产卵時間自上午7时开始,至晚間10时許漸少,产卵盛期常在13—17时(圖10)。

在正常营养条件下,飞蝗的产卵日距与气候的变化密切相关,晴朗天气当候平均气温达32℃时,飞蝗最短产卵日距仅为3天,如温度在24—28℃时,产卵日距一般为4—6

天,每逢陰雨天气,温度突然降低,而且地面十分潮湿,不适合飞蝗产卵,故飞蝗产卵日距常向后推迟,为 7—10 天,最长可延迟 20 天以上。一般夏蝗产卵日距較秋蝗为短,夏蝗相隔 4—5 天产卵一次,秋蝗相隔 5—9 天产卵一次。此外产卵日距长短也受食料植物所影响。

东亚飞蝗生殖力的大小因季节、食料而异,夏蝗在生殖期間,因受高温的影响,产卵日距短,加之荒地中食料丰富,故生殖力高,每头雌虫一般能产卵 4—5 塊,个别年份,部分地区能产 12 塊(如 1955 年夏季江苏泗洪蝗虫防治站所获得的结果),每塊含有卵粒 50—75 粒,一生中所产卵粒总数平均在 300—400 粒之間,个别夏蝗卵粒总数可达 729 粒。秋蝗在生殖期間,因受低温高湿的影响,产卵日距延长,而后期的成虫由于荒地中禾本科食料植物已漸衰老,部分已枯萎,营养条件較差,故生殖力低于夏蝗,每头雌虫一般仅能产卵 3—4 塊,最多未超过 7 塊,每塊含卵数与夏蝗大致相同,有的年份略高于夏蝗(如 1956 年黄海蝗区秋蝗卵塊的平均卵粒数为 60—80 粒,夏蝗为 50—75 粒),秋蝗成虫一生所产卵粒数約在 200—300 粒之間,个别雌虫一生能产 525 粒。

东亚飞蝗生殖力的高低除受温湿度影响外,在同一季节中則受食料植物所影响,根据近数年来观察结果,飞蝗取食禾本科植物后(如蘆葦、稗草、爬根草、高粱等),其产卵間隔短,一般每隔 4—7 天产卵一次,平均产卵塊数亦高,通常为 4—5 塊;但取食其他科植物者(如豆科中的大豆、檉麻 *Grotalaria juncea* L. 及十字花科中的白菜)其产卵間隔常延迟为 13—16 天,同时产卵数仅为 1—2 塊<sup>[9]</sup>,每塊卵粒数亦少。

**3. 产卵地的选择** 东亚飞蝗在长期历史發展过程中,对周围环境具有巨大的适应性,例如成虫产卵时,对地形、土壤理化性、方位和植被等均有明显的选择性。在滨湖低洼蝗区中,关于夏秋蝗产卵时对地形选择的規律性已为从事蝗虫工作的同志們所共知,在干旱季节中,土壤湿度較大的湖荒地成为夏蝗产卵最适宜的地区。但秋季汛期来临后,大片荒地為湖水淹沒,或有深浅不同的积水,秋蝗常于此时选择未受水淹的河堤、圩堆等高地产卵,在湖水退后,复向退水地区轉移,并选择低地中地形略微高起的地方产卵。因此,湖区飞蝗發生的特点之一是夏蝗常集中發生于地形狭长的高地及退水早的地区,且虫口密度較大,而秋蝗則零散發生于大面积湖荒地中,并构成稀密度的現象。

关于飞蝗对土壤理化性和对方位的选择能力,亦曾进行过初步試驗和調查,根据現有資料得知,飞蝗在非常坚硬或过分松軟的地面上很少产卵,甚至不产卵。一般喜选择土質比較坚硬的地面上产卵,1954 年在徽山湖蝗区中,曾选择一未經开垦的荒草地(地面較坚硬),分別罩以中型虫籠(70×70×70 厘米),将籠內土面划分为二,一半用小撬将土翻松(深 10—15 厘米,松紧度与一般耕耙地接近),一半保持原状,然后置入成熟成虫 100 对,使其产卵,12 天后取出成虫,并检查二种处理中产卵塊数,該試驗共重复两次,所得結果列如表 8。

表 8 飞蝗在松土和实土中所产卵塊数比較

組 別	卵 塊 总 数	松 土		实 土	
		卵 塊 数	所 占 百 分 比	卵 塊 数	所 占 百 分 比
I	60	9	15%	51	85%
II	71	12	17%	59	83%

从表 8 中可以明显地看出, 飞蝗在較坚实的土中所产卵塊数, 远远超过松土 (約为松土的五倍許)。这和历次在野外不同环境中調查蝗卵分布密度的結果是大致相符的。

自 1954 年至 1956 年曾在北京实验室内用四种不同質地的土壤即淤泥土、粘土、砂土及壤土作比較試驗, 观察飞蝗产卵的选择性, 結果三年中均以質地粘重的粘土产卵数最少, 其余土壤在产卵数上, 历年高低不一, 看不出明显的差异, 換言之, 均适合飞蝗产卵, 如表 9 所示。

表 9 飞蝗在不同質地土壤中产卵塊数(北京)

年	份	淤泥土	粘土	湿润砂土	壤土
1954		167	52	112	186
1955		294	125	361	275
1956		345	217	344	332

飞蝗产卵和土壤含水量的关系是較为明显的, 現已初步确定: 飞蝗产卵最适宜的土壤含水量为 10—20% (系按土壤含水量 =  $\frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{湿土重}} \times 100$  計算), 当然不同質地的土壤对飞蝗产卵最适宜的含水量范围是各不相同的, 例如砂土对飞蝗产卵最适宜的含水量范围为 10—12%; 壤土为 15—18%; 粘土則为 18—20%。如土壤含水量低于 5% 或高于 25% 时, 产卵数即显著降低。

根据室内多次試驗, 初步确定飞蝗产卵时, 对不同含盐量的土壤具有明显地选择性, 1955 年在北京試驗室内将不同含盐量的土壤放置虫籠中, 放入成熟之成虫 (每籠約 50 对) 使其产卵, 重复两次的結果均証实飞蝗在各种含盐量土壤中产卵数量系随盐分的增高而逐漸下降 (表 10, 圖 11), 同时証明两种土壤当相对含盐量約相差 2% 时, 成虫即具有选择性。

从 1954 年至 1956 年在黃海蝗区所作蝗虫分布調查結果中, 得知东亚飞蝗多分布在蘆葦群落与虾鬚草、苦蒿、蚊子草群落 (*Aeluropus littoralis*—*Artemisia scoparia*—*Puccinella hauptiana* var. *krecz*) 中, 这些地带不仅由于飞蝗食料丰富适合其生长發育, 而且土壤含盐量較其他地区为低, 通常表土氯离子含量在 0.2—1.2% 之間, 故成为飞蝗产卵繁殖的适宜地区。在表土含盐量高于 1.2% 的

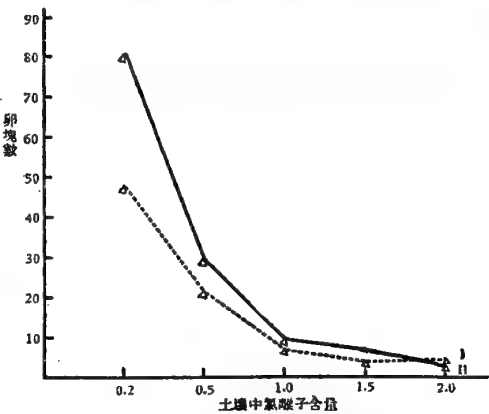


圖 11 飞蝗产卵与盐分的关系  
(1955 年 5 月, 北京室内)

表 10 飞蝗在不同含盐量土壤中产卵塊数

相对含盐量(%)		0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
組 別	I	81	30	10	7	3
	II	48	22	7	4	4

地区,以分布盐蒿为主,这一地带除分布个别种类的土蝗[尖翅蝗 *Epacromius coerulipes* (Ivan)]外,其余蝗虫(包括飞蝗在内)均無分布。当表土含盐量高达 2% 以上时,常构成

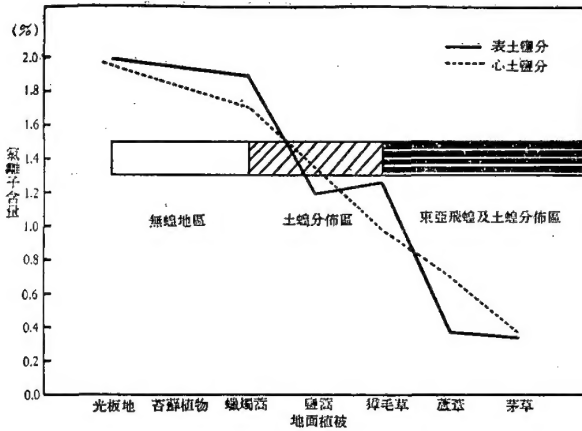


圖 12 东亚飞蝗分布与盐土植被的关系  
(1954 年, 黄海蝗区)

寸草不生的光板地, 这一地带無任何蝗虫分布(圖 12)。从这一結果, 也可間接說明: 飞蝗在自然环境下对产卵地是具有显明选择性的。

飞蝗在地形狭长而高起的地区产卵时, 对不同坡面具有明显的选择能力, 例如 1952 年泗洪蝗虫防治站在安徽泗洪境内安河堤上調查蝗卵分布結果, 河堤之向陽坡卵塊分布密度平均为 38 塊/方丈, 而背陰坡仅为 10 塊/方丈, 前者为后者的 3.8 倍。1954 年 5 月間, 作者等在山东鱼台七区大翟乡

湖堤上进行調查时, 亦發現蝗卵分布不同坡面上的差异, 結果如表 11。

表 11 蝗卵在河堤不同坡面上分布状况

河 堤 坡 向	北 坡	东 北 东 坡	南 坡	西 南 西 坡
卵 塊 数	4	9	6	14

从表 11 所列数字中, 进一步說明飞蝗对不同坡向的选择力是很强的, 主要原因在于向陽坡經常受日光照射, 地表及土中温度均較背陰坡为高\*, 因飞蝗具有趋温性和趋光性, 在产卵期間均集中向陽处活动, 并在附近产卵, 故向陽坡卵塊数均高于背陰坡, 同时又因飞蝗产卵盛期在午后 13—17 时(太陽偏西南), 故向陽坡中又以西南西坡卵塊分布最密。

## 綜 述

1. 野外蝗卵孵化以 11—13 时为多, 孵化时, 幼蝻經蠕曲运动上升土表, 蛻去白膜才为通常所謂第一齡幼蝻。蝗卵孵化迟早及孵化整齐度受蝗卵本身發育情况、地形、方位及植被等因子所影响。同一卵塊孵化前后相距之時間, 一般为 1 小时左右, 較长的达 1—2 天。

2. 飞蝗在蝗区自然环境下以禾本科与莎草科植物为主要食料。在飢餓或被迫情况下, 能取食豆科(大豆)、十字花科(白菜)及菊科植物(向日葵), 并可产一小部分卵, 但棉花、甘薯、馬鈴薯、麻类及田菁等均不取食。

3. 蝗蝻經過群聚后, 虫体經過 1—2 次蛻皮后即由青綠色或浅灰色轉为紅黑色, 行动活泼, 蝻群能集体跳躍迁移, 故常集中危害。如蝻群密度过稀(每平方市丈 2—3 头), 不經過群聚生活, 虫体多呈青綠色, 并随环境而改变。

\* 可参考 C. A. 薩鮑日尼科娃著: “小气候与地方气候” 116—122 頁。



4. 蝗蝻在空曠地区活动, 多跳躍前进, 齡期愈高, 跳躍距离愈远, 一齡蝻每次平均跳躍距离为 10.3 厘米; 二齡蝻为 13.2 厘米; 三齡蝻为 17.9 厘米; 四齡蝻为 19.6 厘米; 五齡蝻能跳 30.9 厘米。各齡蝗蝻皆能連續跳躍 2—3 小时。

5. 成虫在羽化初期, 四翅柔軟, 只能跳躍并不飞翔, 在交尾期間, 飞翔力最强, 性成熟前常發生迁飞現象。产卵期間, 飞翔力又减退。雌虫飞翔力除产卵期間外, 一般較雄虫强。

6. 成虫于羽化后, 夏蝗經過 9—14 天、秋蝗經過 7—12 天即进行交尾, 一天內以夜間为交尾盛期, 交尾一次最長時間在 18 小时左右。飞蝗产卵以午后 13—17 时为最盛。产卵时具有选择性, 喜在比較坚硬、土壤水分含量在 10—20% 及向陽的地面上产卵, 如土質过分疏松或坚硬、土壤含水量及含盐量过高的地区, 通常很少产卵。

据目前观察, 东亚飞蝗生殖力, 最多可产 12 塊蝗卵, 一般 4—5 塊, 秋蝗产卵塊数略少于夏蝗, 在 3—4 塊左右。夏蝗一生所产卵粒总数約在 300—400 粒之間, 个别可达 729 粒。秋蝗一生所产卵粒总数在 200—300 粒之間, 个别能产 525 粒。

### 参 考 文 献

- [1] 尤其伟等: 1925. 飞蝗. 农学 1 (4): 73—98.
- [2] 尤其微、陈永林、馬世駿: 1954. 散栖型亚洲飞蝗迁移習性初步观察. 昆虫学报 4 (1): 1—10.
- [3] 吳福祜: 1951. 中国的飞蝗, 上海永祥印書館.
- [4] 林昌善等: 东亚飞蝗蝗卵生态学的研究 I. 土壤湿度与飞蝗产卵及孵化的关系(未發表).
- [5] 尤端淑、林昌善: 东亚飞蝗蝗卵生态学的研究 II. 土壤盐分与飞蝗产卵及孵化的关系(未發表).
- [6] 馬世駿: 1954. 洪澤湖及微山湖地区蝗虫研究工作概况介紹. 科学通报 3: 22—8.
- [7] 馬世駿: 1956. 根治飞蝗灾害. 科学通报 2: 52—6.
- [8] 郭邦: 1955. 中国古代的蝗虫研究的成就. 昆虫学报 5(2): 211—20.
- [9] 郭邦: 1956. 东亚飞蝗的生殖. 昆虫学报 6 (2): 145—68.
- [10] 欽俊德等: 1954. 蝗卵的研究 I. 亚洲飞蝗蝗卵孵育期中胚胎形态变化的观察及野外蝗卵胚胎發育期的調查. 昆虫学报 4(4): 383—98.
- [11] 欽俊德等: 1956. 蝗卵的研究 II. 蝗卵在孵育时的变化及其意义. 昆虫学报 6(1): 37—61.
- [12] 牧茂市郎: 1915. 移住飞蝗. 台灣总督府民政部殖产局第 114 号, 1—100.
- [13] 道家信道: 1943. 华北的飞蝗. 华北农業科学研究所調查报告第四号, 1—49.
- [14] 楚南仁博: 1933. 移住飞蝗的調查并に驅除頤末. 台灣殖产局第 635 号, 1—59.
- [15] 楊惟义: 1928. 江苏昆虫局海州第三捕蝗分所治蝗报告. 科学 13(3): 420—44.
- [16] Бей-Биенко, Г. Я. и Мишико, Л. Л.: 1951. Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран[蝗科生物学部份, 譯文見昆虫学譯報 1(1)].
- [17] Uvarov, B. P.: 1928. Locusts and grasshoppers. London.
- [18] Robinson, H. S.: 1952. On the behaviours of night-flying insects in the neighbourhood of a bright source of light. *Proc. R. ent. Soc. London* 27(1—3): 1—28.
- [19] Kennedy, J. S.: 1956. Phase transformation in locust biology. *Bio. Rev. Camb. Philo. Soc.* 31(3): 349—70.

## ОБРАЗ ЖИЗНИ *LOCUSTA MIGRATORIA MANILENSIS* MEYEN

Юй Чи-цзин, Го Фу, Чен Юнь-лин, Чжан Фу-хай, Юй Дуань-су

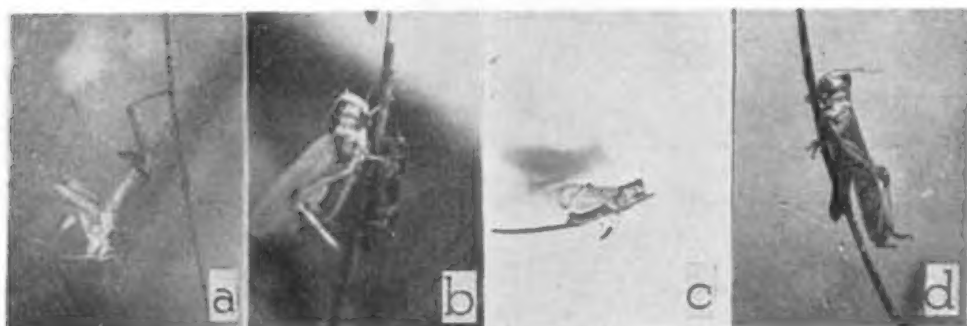
Энтомологический Институт Академии Наук КНР

В настоящей статье авторы описывают данные наблюдений по биологии *Locusta migratoria manilensis* Meyen. Изучаются некоторые её поведения: вылупление, линька, вылет взрослых, питание, выделение, прыжки личинок, взлёт саранчи, спаривание, откладка яиц и др. А также высказано влияние некоторых факторов условий внешней среды на эти поведения.

尤其微等：东亚飞蝗(*Locusta migratoria manilensis* Meyen)的生活习性 圖版 I



1. 蝗卵孵化后留下的白膜(黄海摄)



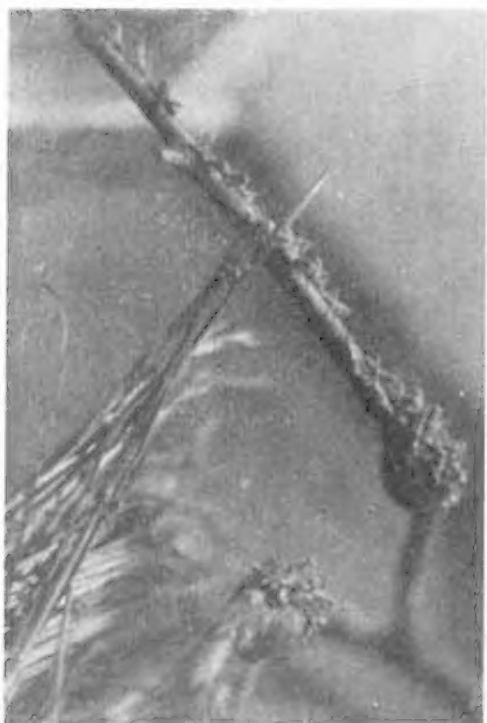
2. 成虫羽化过程(北京室内摄)

a. 倒挂蜕皮; b. 舒展四翅; c. 折合后翅; d. 用后足夹紧前翅使其并拢。



3. 蝗卵及成虫的粪粒(上排:自左至右为1—5龄卵;下排:成虫左♂, 右♀)

尤其微等：东亚飞蝗(*Locusta migratoria manilensis* Meyen)的生活習性 圖版 II



4. 一、二齡齡蟥在植物上群聚狀況(北京室內攝)



5. 成虫振翅試飛狀況(北京室內攝)



6. 雌虫在交尾時仍取食(北京室內攝)